

氏名	大 島 昭 彦
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第3352号
学位授与年月日	平成9年9月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当者
学 位 論 文 名	重錘落下による地盤の締固めに関する研究
論文審査委員	主 査 教 授 高田 直俊 副主査 教 授 園田恵一郎 副主査 教 授 山田 優

論 文 内 容 の 要 旨

重錘落下締固め工法は、10～60 tの重錘を10～30mの高さから落下させて得られる衝撃力によって、主として粗粒土地盤を効果的に締固める地盤改良工法である。しかし、重錘質量・底面積、落下高や打撃回数などの要因の役割と締固め機構が明確化されていないため、打撃点間隔や改良深度の設定など、その設計法は経験に頼っているのが実情である。

本論文の第1章では、重錘落下締固めに関する既往の研究を概観し、地盤に衝突した重錘の挙動の究明、それに基づく最適な設計・施工法構築の必要性を述べた。

第2章では、重錘の地盤への貫入挙動を完全非弾性衝突時の運動量保存則に基づいて定式化し、その妥当性を小型模型実験によって検証し、また第3章では、25 tから1.25kgまでの重錘を用いて地盤への貫入挙動が重錘規模によってどう変化するかを現場検証によって調べ、これらの一連の実験から重錘の地盤への貫入挙動に重錘運動量が支配的であることを示した。また、20 t重錘で打撃したときの地盤内部の土圧と変形を現場で捉えた。

第4章では、実応力を再現できる遠心模型によって上記の現場実験における地盤変形を再現できることを示した。また地盤への重錘貫入量を指標にして、重錘質量・底面積と落下高の影響が単位底面積当りの重錘運動量で説明できることを示した。

第5章では、地盤の1ヶ所を繰返し打撃する単点打撃の遠心模型実験により、地盤面沈下量、地盤圧縮量および地盤の変形領域も重錘運動量に強く依存することを示し、打撃孔を中心とする地盤変形とコーン貫入抵抗から密度増加域と強度増加域を求めて締固め効果の及ぶ範囲を特定し、それが重錘の総運動量から推定できることを示した。

第6章では、実施工に対応する複数点打撃の遠心模型実験により、打撃の重ね合わせ効果をコーン貫入抵抗から求めた密度増加域によって調べ、打撃点間隔と改良効果が及ぶ深度の関係を求めた。これから単点打撃による締固め範囲と総運動量の関係を利用して適切な打撃点間隔と改良深度が決定できることを見出した。これを基に、目標とする地盤改良深度から必要な総運動量を求め、その総運動量から打撃点間隔を決定するという新たな設計法と、打撃孔体積が打撃回数の平方根と重錘運動量に比例する関係を施工管理に用いる手法を提案した。最後に現行設計法と比較し、提案設計法の合理性を示した。

第7章では、第2章から第6章までに得た結論をまとめた。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

地盤面を打撃して土を締固め手法は、古くからの地盤改良工法のひとつである。通常採られる方法では地盤表層が締固められるにすぎなかったが、重錘質量を10 t以上に、落下高を10m以上にして打撃エネルギー

ギーを大きくしたのが動圧密とも呼ばれる重錘落下締固め工法で、これによって10mを超える深さまで締固め効果が及ぶようになり、多くの施工実績を数えるようになったが、その設計は経験則に頼っているのが実情である。

この研究は、緩い砂質地盤を重錘によって締固める際の打撃条件、すなわち重錘質量、重錘底面積、落下高、打撃回数が地盤への重錘貫入挙動と地盤変形あるいは密度増加域にどう影響するのかを調べ、地盤を深く、かつ均質に締固めるのに適する打撃条件、打撃回数、打撃点間隔を決定する方法を見出すことを目的にしている。このような衝撃力による土の締固めは、大変形を伴う土の構造破壊現象そのものであり、通常の連続体の変形解析の範疇からはずれて数値解析が困難なため、この研究では実規模の現場実験、実応力状態を再現できる遠心模型実験、室内小型模型実験など、多数の実験の結果から要因相互関係の法則性を構築する研究手法を採っている。

まず非弾性地盤への重錘貫入現象が運動量保存則によって説明できることを示したのち、同一地点を連続して重錘打撃する単点打撃時の地盤挙動が単位底面積あたりの重錘運動量、および打撃回数の平方根に依存することを現場実験および遠心模型実験から見出し、単点打撃による締固めの及ぶ範囲が総運動量の対数に対して直線関係を有することを導いて、これを定式化している。

次に実施工に相当する複数点打撃の遠心模型型実験から、近接打点における打撃の重ね合わせ効果によって、締固め効果が単点打撃によるよりも深くまで及び、かつ打撃点間の締固め深さが均一化に向かうこと、さらに適切な打撃点間隔は、単点打撃時の締固め範囲と重錘運動量との関係を基準にして決定できることを見出し、これをもとにした重錘運動量に基づく締固め設計法および施行管理手法を提案している。

この研究で得られた、締固め効果が重錘の運動エネルギーではなく、重錘運動量に支配されるという新しい知見、およびこれに基づく締固め工法の設計法を提案したことは、土質力学および地盤工学の発展に寄与するところ大である。よって本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格を有するものと認める。